

果物電池

Fruit Cell

自然系(理科)コース 高嶋めぐみ 佐藤尚子 松本絵里子

I はじめに

高校の化学における電池の単元は金属元素のイオン化傾向や酸化還元反応の応用として重要な単元である。また、電池は日常においても様々な場面で活用されており、生徒にとっても興味を引きやすい。その一方で、通常の電池の構造はブラックボックスとなっており、その原理について十分な理解をさせるのが困難な教材である。そこで、私たちはより一層生徒の興味や関心を引き、電池の原理についての理解を深めてもらうために、果物電池に着目した。

II 電池について

さまざまな電池は化学反応を利用して電気を取り出している。電池は2つの電極(正極・負極)と電解液で構成され、この正極・負極の物質と電解液の組み合わせで起電力(電圧を発生させて電流を流す力)や容量などの違う電池になる。

果物電池においては構造が単純で原理を理解しやすいが、実際に電池として動作させるのが難しいとされている。これは、電池の内部抵抗が大きく、モーターなどを駆動するのに十分な電流を取り出すことができないからである [文献1]。そのため、電子メロディー(動作時の最小電流が 0.05mA)を鳴らしたり、発光ダイオード(動作時の最小電流が 1.00mA)をほのかに光らせたりすることはできるが、ソーラーモーター(動作時の最小電流が 12mA)や模型用モーター(動作時の最小電流が 50mA)を回転させることや、豆電球(動作時の最小電流が 200mA)を光らせることは難しい。

III 研究の目的

本研究では、電池の電流電圧特性について明らかにするため、いくつかの果物を用いて亜鉛と銅の間の開回路電圧、短絡電流、および直流二端子法による内部抵抗の測定を行った。そして、それぞれの果物における内部抵抗の影響を検討した。

IV 実験方法

1. 果物材料

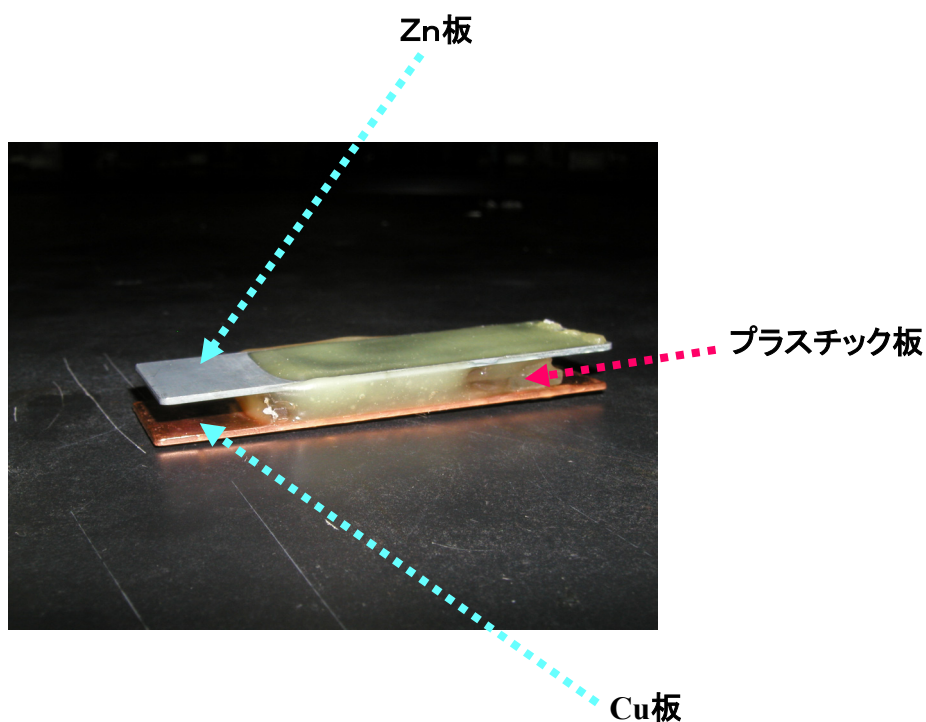
- ①レモン、キュウイ、甘なつ、すだちの4種類の果物を用いた。
- ②それぞれの果物は、果実をそのまま用いて電池を作ったものと、果汁を用いて電池を作ったものを使用した。キュウイにおいては果汁が少ないため、果実をペースト

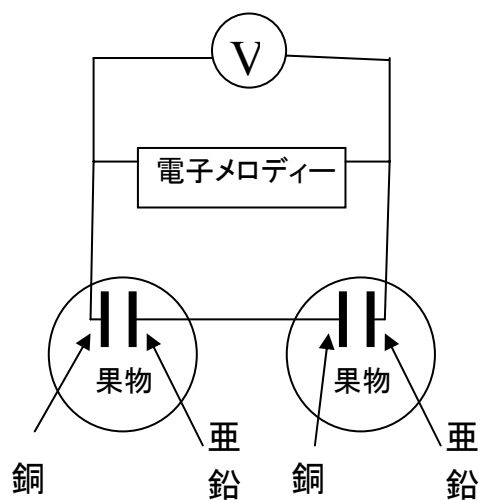
状にしたものを用いた。

- ③すべて果物電池を直列に2つ接続して測定を行った。
(果汁(またはペースト状)においても2つ並べた。)

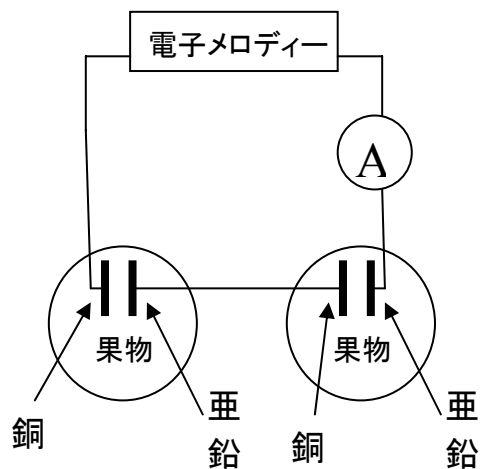
2. 電流・電圧測定方法

- ①電極には正極として銅板を、負極として亜鉛板を用いた。
(銅板：縦7cm、横2cm 亜鉛板：縦7cm、横2cm)
- ②銅板と亜鉛板の距離における抵抗の大きさを一定に保つために、プラスチック板を銅板と亜鉛板の間に挟み接着剤で留めた。また、条件を一定にするために電解液につける長さを1.5cmと決め、それ以外を接着剤でコーティングした。
(プラスチック板：縦4.5cm、横2cm、厚さ0.5cm)
- ③1で準備した果物に作成した電極板を差し込み、電流・電圧・抵抗測定器を用いて、それぞれの果物の電流・電圧を測定した。

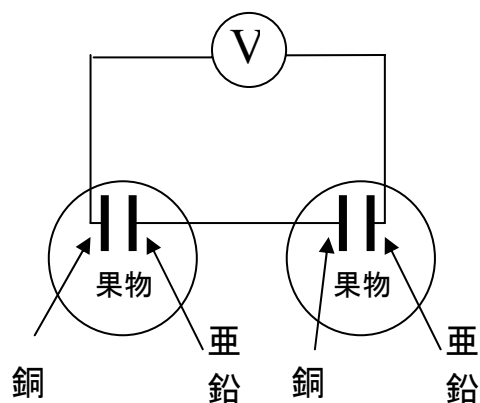




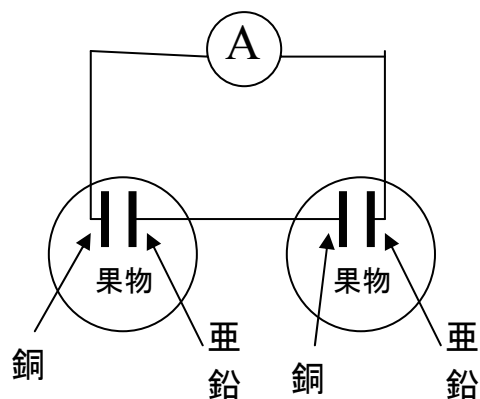
電圧測定（電子メロディーあり）



電流測定（電子メロディーあり）



電圧測定（電子メロディーなし）



電流測定（電子メロディーなし）

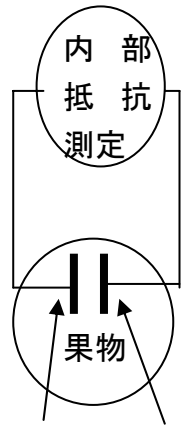
3. 内部抵抗測定方法

- ① 2 で作成した電極板と同様に、内部抵抗測定においても電極板を作成した。内部抵抗を測定するため、電極板には銅板と銅板を用いた。

（銅板：縦－7cm、横－2cm）

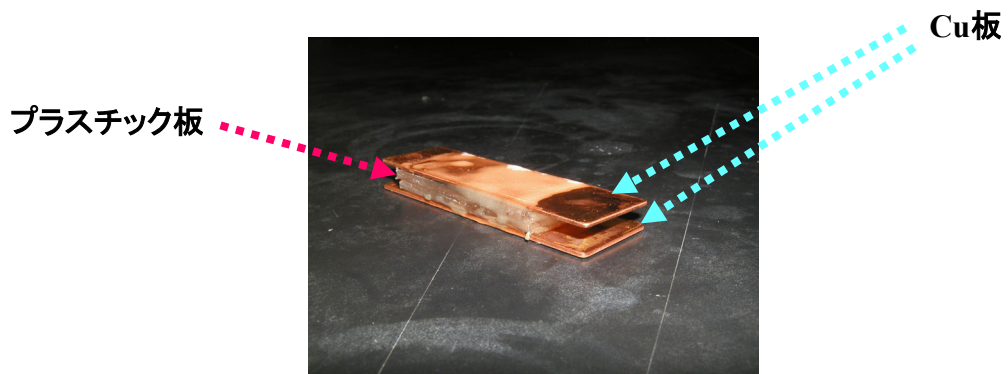
- ② 1 で準備した果物に作成した電極板を差し込み、抵抗測定器を用いて測定を行った。内部抵抗の測定においては直列に2つ並べるのではなく、1つのみの果物で測定を行った。

※今回用いた方法は通常の内抵抗測定とは異なり、直流での電気抵抗を直接測定した。この抵抗は、回路に流れる電流を実質的に制限する抵抗と考えられるため、ここでは、内部抵抗と呼ぶ。



銅 銅

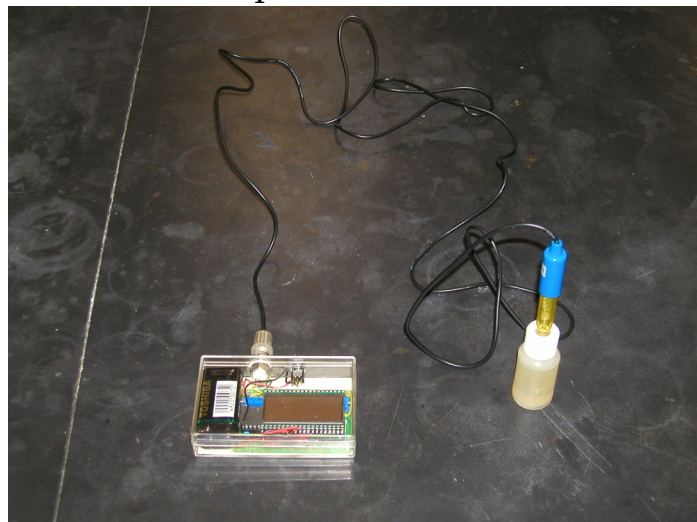
内部抵抗測定



4. pH 測定方法

1で準備した果汁(またはペースト状)を用いて、pH メーターで測定を行った。

pH メーター



V 実験結果

1. 電子メロディーを鳴らせたときの電流・電圧

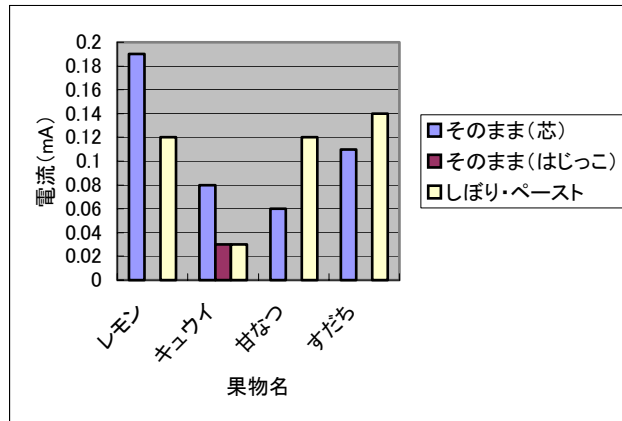


図 1. 電子メロディーを鳴らせたときの電流

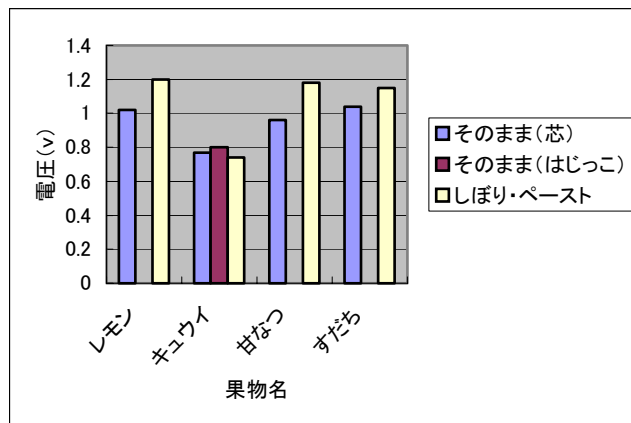


図 2. 電子メロディーを鳴らせたときの電圧

2. 電子メロディーを鳴らせたときの観察

レモンとすだちを用いた場合は、大きな音で鳴った。しかし、キュウイと甘なつを用いた場合は、あまり鳴らなかった。しばらく経つと、音が小さくなってくるが、しぼったときは、容器を振ると再び音が大きくなった。同じ果物でも、個体によって結果に差がみられた。

3. 電子メロディーをならさないときの電流・電圧・内部抵抗

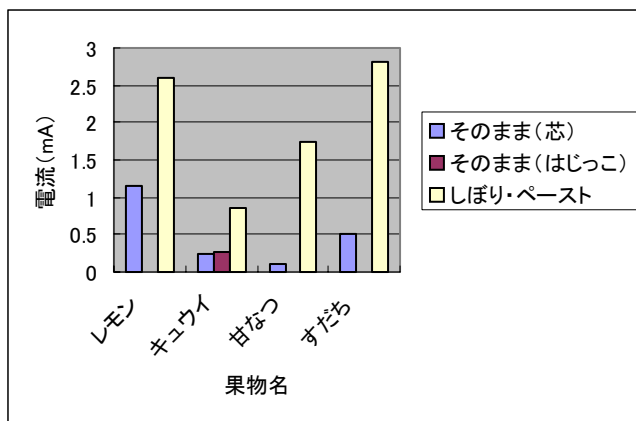


図 3. 電子メロディーをならさないときの電流

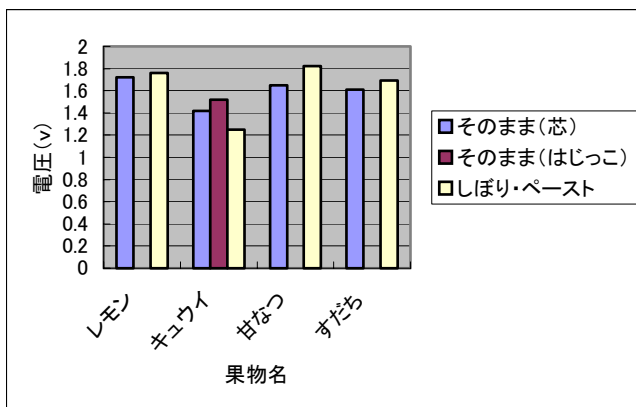


図 4. 電子メロディーをならさないときの電圧

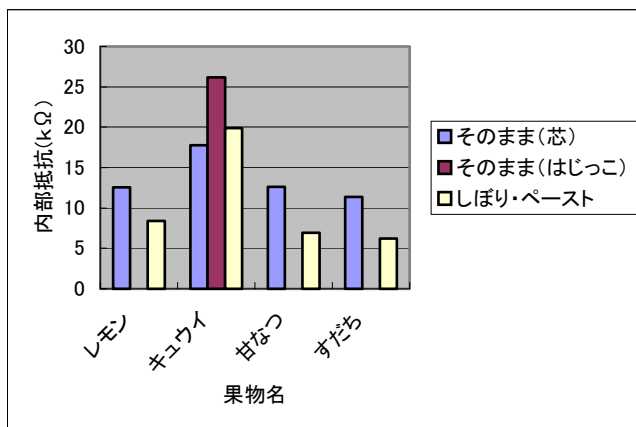


図 5. 電子メロディーをならさないときの内部抵抗

4. pH

表 1. 各果物の果汁(またはペースト状)の pH

	レモン	キュウイ	甘なつ	すだち
pH	2.64	3.55	3.43	2.83

5. 各果物の成分〔文献2〕

表 2.各果物の成分

果物名	レモン	キュウイ	甘なつ	すだち
炭水化物g	8.6	13.5	10	6.6
ナトリウム mg	2	2	1	1
カリウム mg	100	290	190	140
カルシウム mg	7	33	16	16
マグネシウム mg	8	13	10	15
リン mg	9	32	21	11
鉄 mg	0.1	0.3	0.2	0.2
亜鉛 mg	0.1	0.1	0.1	0.2
銅 mg	0.02	0.11	0.05	0.03
ビタミンCmg	50	69	38	40

(可食部100gあたり)

VI考察

1. 抵抗の計算値と実測値について

形状	果物名	抵抗(計算値)	内部抵抗(実測値)
そのまま	レモン	1.5	12.54
	キュウイ(芯)	5.68	17.8
	キュウイ(はじっこ)	5.63	26.2
	甘なつ	13.8	12.6
	すだち	3.22	11.35
しぼり、ペースト	レモン	0.674	8.41
	キュウイ	1.47	19.9
	甘なつ	1.05	6.95
	すだち	0.601	6.2

単位 kΩ

計測した電流と電圧から計算した抵抗の計算値と実験で得られた内部抵抗の実測値にはかなりの差がみられた。しぼったり、ペーストにしたりしたほうが、内部抵抗は小さくなりやすいという傾向がある。また、果物をしぼった方が、電子メロディーの音は大きくなり、それは内部抵抗が関係していると考えられる。

2. 電流について

レモン、すだちは、一般的に糖分が少ない果物であり（表 2）、また、キュウイや甘なつに比べて pH も低い。そのため、イオンが流れやすくなっており、電流が多く流れるといった結果が得られ、電子メロディーがよく鳴ったと考えられる。

他の果物はしぼるとそのままのときよりも電流の値が大きくなっているが、キュウイは、糖分が多いことや、形状がペースト状にしかならなかったため、電流が流れにくく値が小さくなったと思われる。

今回の実験結果からは、全体として、電流の値が大きいと電子メロディーの鳴る音は大きくなるということがわかった。

VII 今後の課題

キュウイを用いてより電子メロディーがなるような工夫として、ペースト状のキュウイに水を加えた実験を行ったり、さまざまな果物を用いての計測を重ねたりしたい。

参考文献

- 1 尾関徹 「レモン電池の仕組みと、身近な材料を用いた作り方」 化学と教育 54 巻 4 号 pp192-195 2006
- 2 食品成分研究調査会編 5 訂日本食品成分表 医歯薬出版株式会社 2001